

# Зубчатые передачи

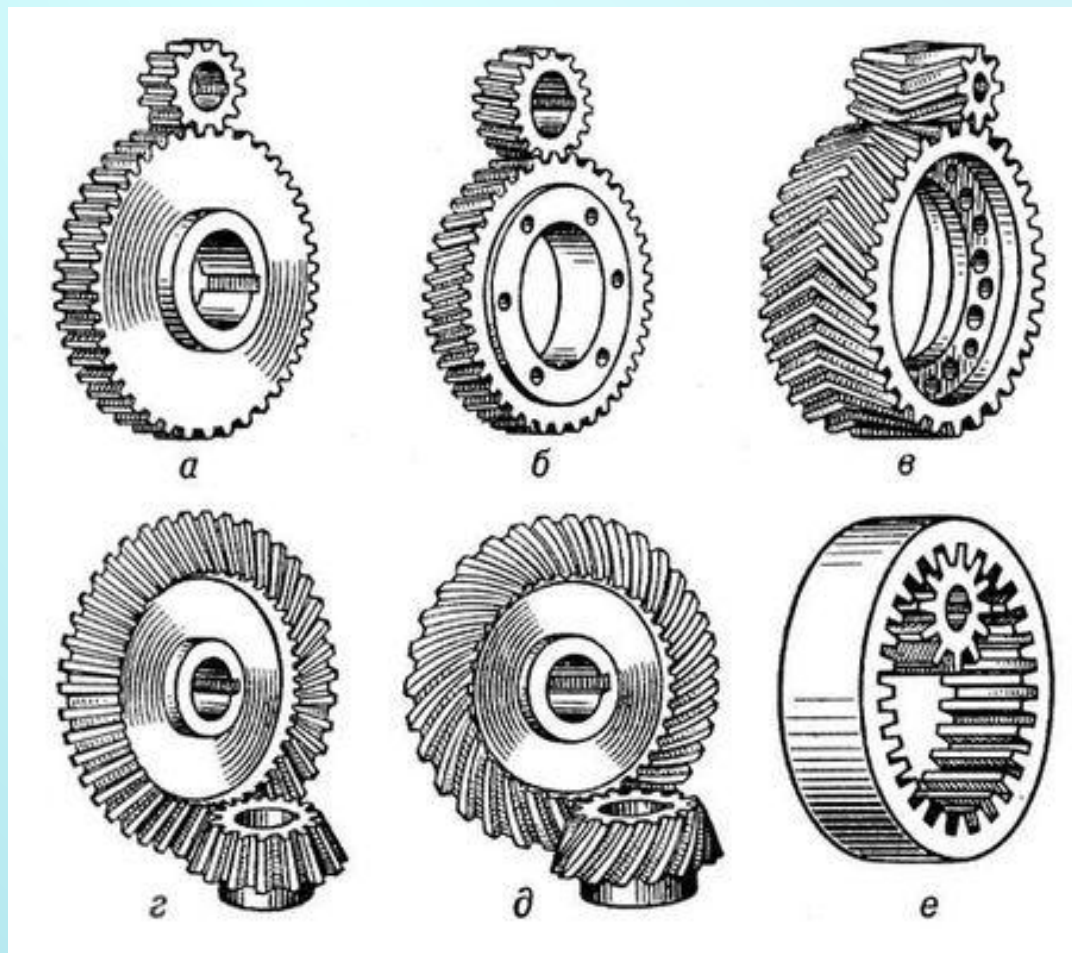


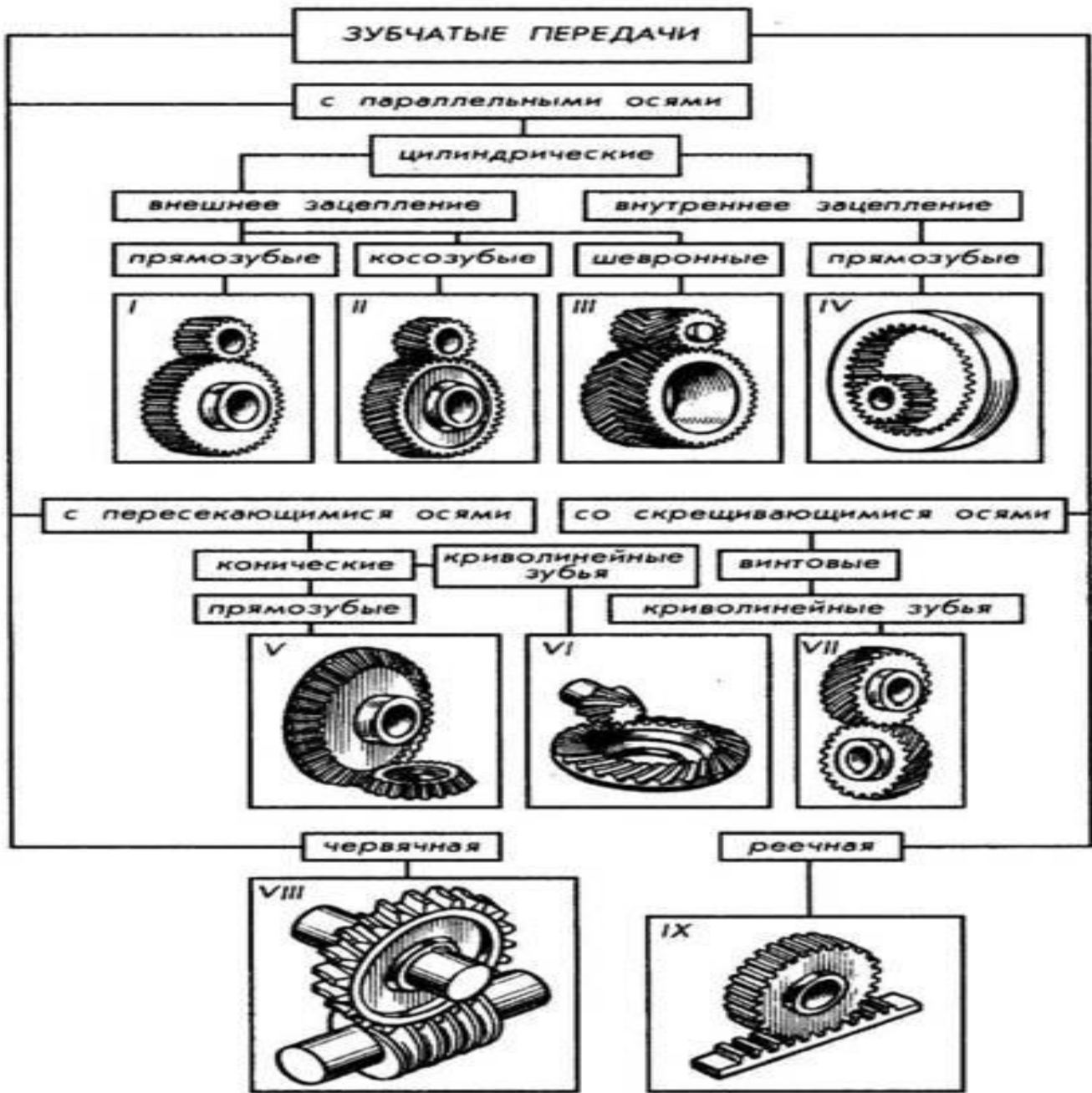
# Назначение зубчатых передач

- Передача вращательного движения между валами, которые могут иметь параллельные, пересекающиеся и скрещивающиеся оси.
- Преобразование вращательного движения в поступательное и наоборот.

# Классификация зубчатых передач

1 - по взаимному расположению осей колес,  
2 - в зависимости от относительного вращения колес и расположения зубьев.





# Классификация зубчатых передач

- ▣ **По взаимному расположению осей колес:** с параллельными осями (цилиндрическая передача); с пересекающимися осями (коническая передача); со скрещивающимися осями (винтовая передача; червячная передача).
- ▣ **В зависимости от относительного вращения колес и расположения зубьев** различают передачи с внешним и внутренним зацеплением. В первом случае вращение колес происходит в противоположных направлениях, во втором - в одном направлении. Реечная передача служит для преобразования вращательного движения в поступательное.

# Направление зубьев колес



I – зубья прямые

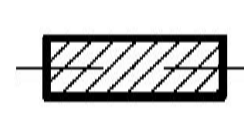
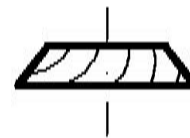
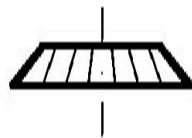
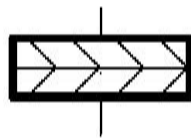
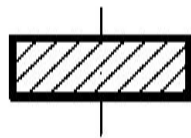
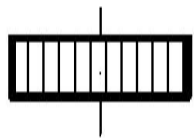
II – зубья косые

III – зубья шевронные

IV – зубья винтовые

# Классификация зубчатых колес по форме и направлению зубьев

Зубчатые передачи осуществляют передачу вращательного движения с одного вала на другой с помощью цилиндрических, конических, червячных колёс, имеющих специально профилированные зубья, при этом зубчатые колёса могут иметь прямые, косые, спиральные, шевронные зубья и др.



*цилиндрические  
колеса*

*конические  
колеса*

*червяк*

# Реечная передача





# Реечная передача



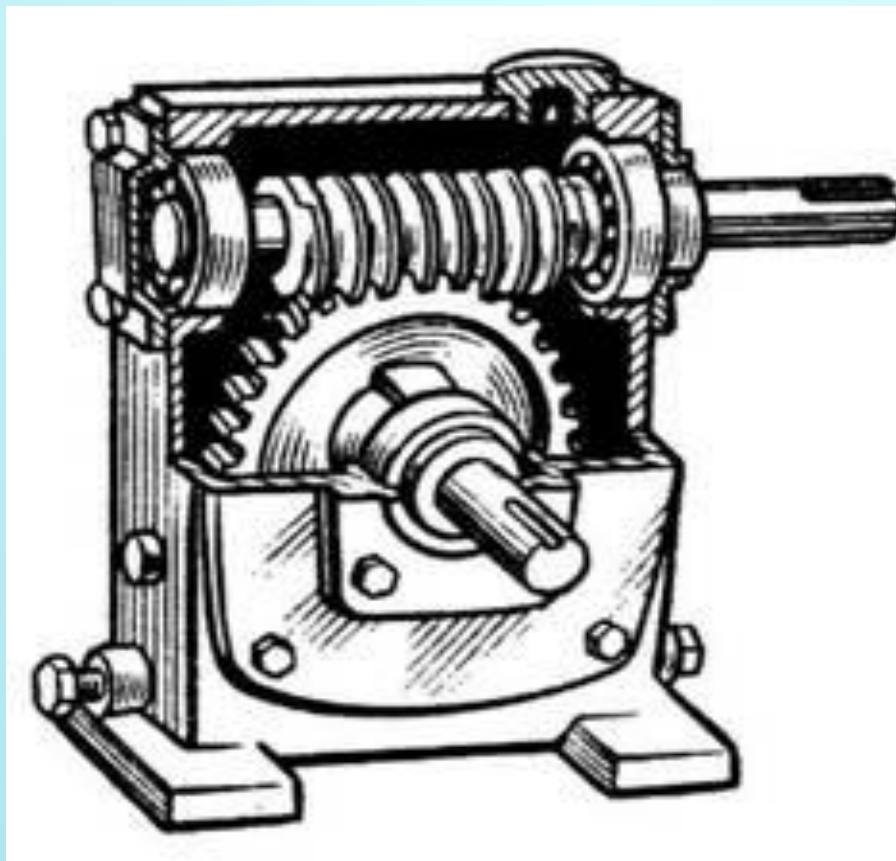
# Червячная передача



# Гипоидная зубчатая передача



# Закрытая червячная передача - редуктор



# Достоинства зубчатых передач

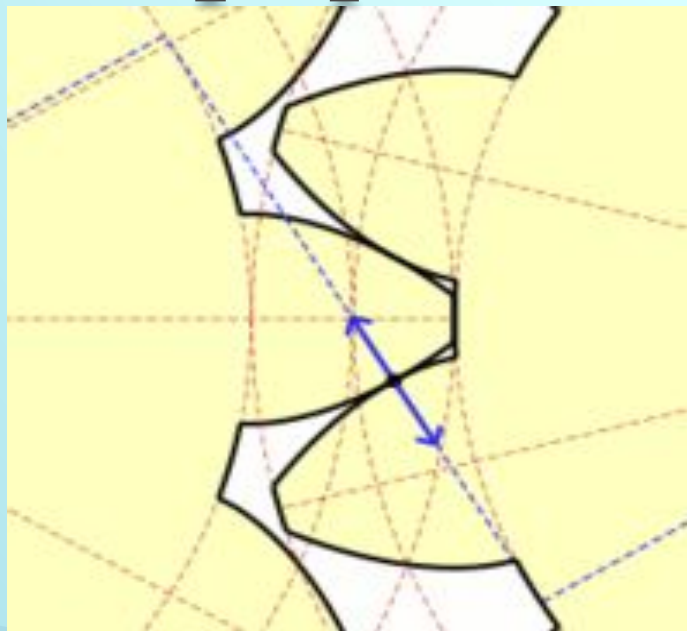
- Возможность применения в широком диапазоне скоростей, мощностей и передаточных отношений.
- Высокая нагрузочная способность и малые габариты.
- Большая долговечность и надёжность работы.
- Постоянство передаточного отношения.
- Высокий КПД (87-98%).
- Простота обслуживания.

# Недостатки зубчатых передач

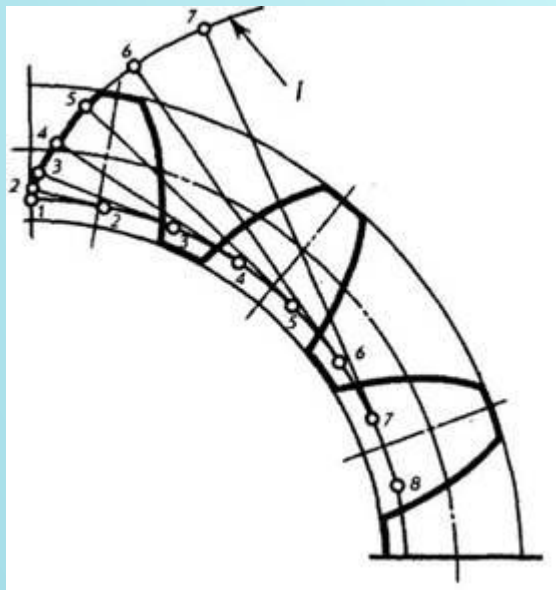
- • Большая жёсткость, не позволяющая компенсировать динамические нагрузки.
- Высокие требования к точности изготовления и монтажа.
- Шум при больших скоростях.

# Эвольвентное зацепление

Движение точки соприкосновения  
зубьев с **ЭВОЛЬВЕНТНЫМ**  
профилем



# Основы теории зацепления



Боковые грани зубьев, соприкасающиеся друг с другом во время вращения колес, имеют специальную криволинейную форму, называемую профилем зуба. Наиболее распространенным в машиностроении является

**ЭВОЛЬВЕНТНЫЙ**

профиль

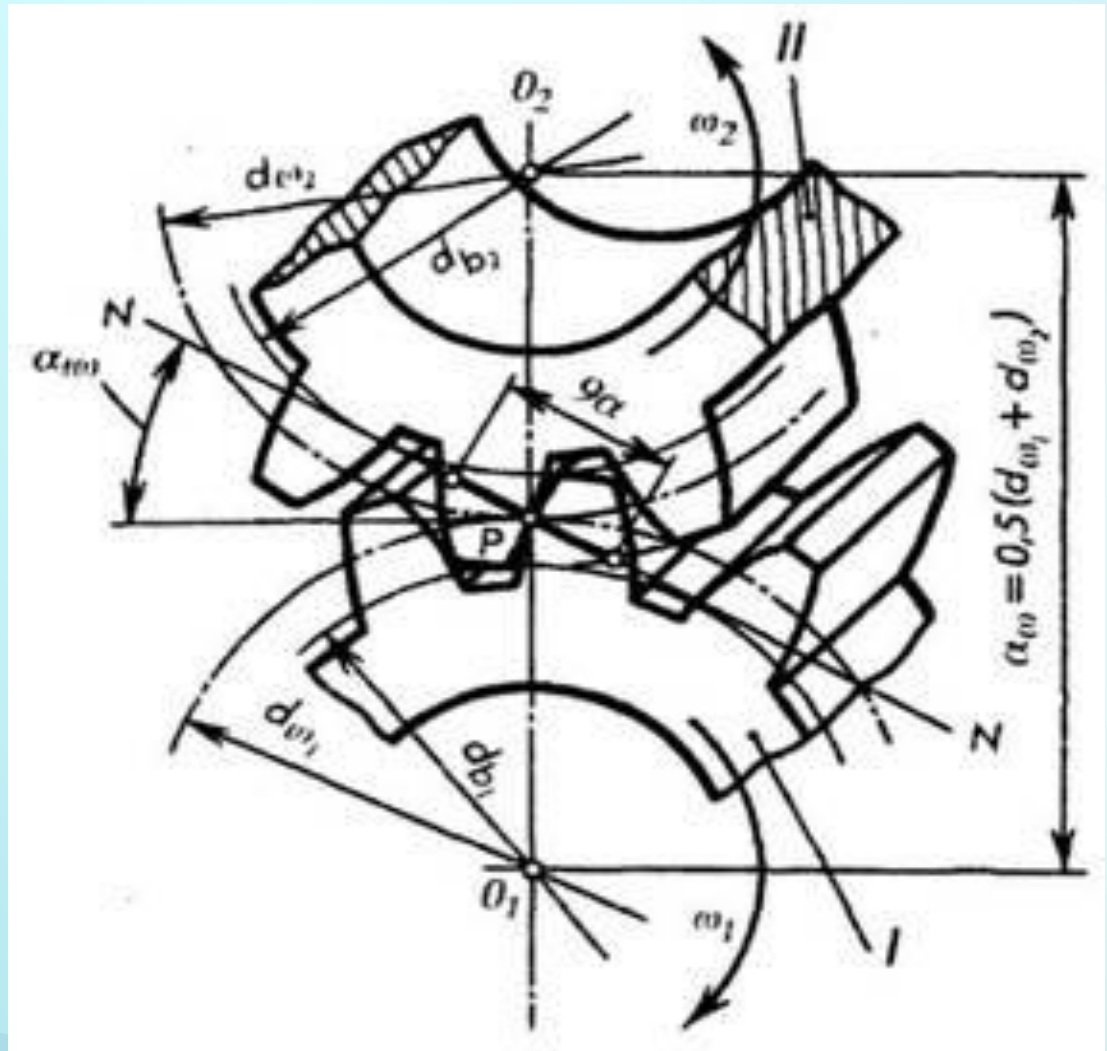


# Эвольвентное зацепление

- Эвольвентное зацепление позволяет передавать движение с постоянным передаточным отношением.

Для обеспечения постоянства зацепления необходимо, чтобы зубья зубчатых колёс были очерчены по кривой, у которой общая нормаль, проведённая через точку касания профилей зубьев, всегда проходит через одну и ту же точку на линии, соединяющей центры зубчатых колёс, называемую полюсом зацепления  $P$ .

# Эвольвентное зацепление



# Угол зацепления

- Угол  $\alpha$  между линией зацепления и перпендикуляром к линии центров  $O_1O_2$  называется УГЛОМ зацепления. В основу профилирования эвольвентных зубьев и инструмента для их нарезания положен стандартный по ГОСТ 13755-81 исходный контур рейки, равный  $20^\circ$ .

# Эвольвентное зацепление

- Все точки касания зубьев в процессе движения будут лежать на одной прямой  $NN$ . Прямая  $NN$ , проходящая через полюс зацепления  $P$  и касательная к основным окружностям двух сопряженных колес, называется **линией зацепления**. Линия зацепления представляет собой линию давления сопряженных профилей зубьев в процессе эксплуатации зубчатой передачи.

# Основная теорема зацепления

- Общая нормаль (линия зацепления NN) к сопряженным профилям зубьев делит межосевое расстояние ( $a_w = O_1O_2$ ) на отрезки ( $O_1P$  и  $O_2P$ ), обратно пропорциональные угловым скоростям ( $w_1$  и  $w_2$ ). Если положение точки P (полюса зацепления) неизменно в любой момент зацепления, то передаточное отношение — отношение частоты вращения ведущего колеса к частоте вращения ведомого — будет постоянным.
- $O_2P / O_1P = w_1 / w_2 = i = \text{const.}$

# Основные элементы зубчатых зацеплений

- При изменении осевого расстояния  $a_w = O_1 O_2$  пары зубчатых колес будет меняться и положение полюса зацепления  $P$  на линии центров, а следовательно, и величина диаметров начальных окружностей, то есть у пары сопряженных зубчатых колес может быть бесчисленное множество начальных окружностей. Понятие **начальные окружности** относится лишь к паре сопряженных зубчатых колес. Для отдельно взятого зубчатого колеса нельзя говорить о начальной окружности.
- Если заменить одно из колес зубчатой рейкой, то для каждого зубчатого колеса найдется только одна окружность, катящаяся по начальной прямой рейке без скольжения, — эта окружность называется **делительной**.

# Основные параметры

Цилиндрические зубчатые передачи:

- Число зубьев шестерни –  $z_1$
- Число зубьев колеса –  $z_2$
- Модуль –  $m$
- Угол наклона линии зуба –  $\beta$  ( $\beta = 0$  — для прямозубых колёс,  $\beta = 8...20$  — для косозубых колёс,  $\beta = 25..30$  — для шевронных колёс)
- Передаточное отношение –  $i = 1,5...6,3$